

TITLE OF THE INVENTION

画像読み取り装置、プログラム

および

コンピュータ読み取り可能な記録媒体

INCORPORATION BY REFERENCE

本出願は日本国特許出願2001-168238号を基礎とし、その内容は引用文としてここに組み込まれる。

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、写真フィルムなどの透過原稿のカラー画像を複数色の色分解信号として読み取る画像読み取り装置と、該画像読み取り装置によって読み取られた複数色の色分解信号に対する信号処理をコンピュータで実現するためのプログラムと、該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体とに関する。

2. Related Art

透過原稿のカラー画像を光学的に読み取る画像読み取り装置としては、フィルムスキャナが知られている。

フィルムスキャナは、光源としてLEDや蛍光管などを用いてフィルム原稿を照射し、フィルム原稿の透過光をラインセンサなどによって光電変換して、複数色の色分解信号を得ている。例えば、光源としてR, G, Bの3色のLEDを用いた場合、R, G, Bの3色のLEDが順次発光され、各々の光に対するフィルム原稿の透過光に応じたRGB信号が得られることになる。

このようにして得られるRGB信号は、各々のLEDの波長域のみに依存し、他の波長域が反映されないので、厳密な色再現が実現されているとは限らない。そのため、このようなRGB信号がモニタやプリンタで出力された画像と、波長域が連続的で広範囲に渡る光源を用いたビューアによってフィルム原稿を観察した結果とには、差異が生じることになる。

そこで、色再現の精度を向上させるために、カラーマネジメント(Color Management)を採用したフィルムスキャナが提案されている。

カラーマネジメントが採用された従来のフィルムスキャナでは、多くの色数を有するチャート(例えば、ANSI IT8.7など)の測色とスキャンとが予め行われ、チャート内の色毎にスキャンデータ(RGB信号の値に相当する)と測色データとの対応付けを示すLUT(Look Up Table)がプロファイルとして格納されている。そして、フィルム原稿がスキャンされる際、フィルム原稿に対するスキャンデータが上述したプロファイルに基づいて変換され、その結果として得られた信号がパーソナルコンピュータを介してモニタやプリンタに供給される。そのため、色再現の精度が向上されることになる。

なお、従来のフィルムスキャナでは、モニタやプリンタなどの出力機器における色再現の特性

に応じて、スキャンデータを変換することができるようなLUTを設けたり、ビューアの光源の条件に応じて、スキャンデータを変換することができるようなLUTを設けたりすることもできる。そのため、上述したビューア等を用いたフィルム原稿の観察の結果と同程度の画像をモニタやプリンタで出力することが可能である。

しかし、チャート上の色数には限界があり、チャートの実測に基づくLUTでは、フィルム原稿に対する様々なスキャンデータの変換を実現することは困難である。そのため、チャートに存在しない色に対しては、補間等の方法によって予測した値を用いてLUTを作成しなければならず、正確な色再現が実現できない可能性が高かった。

また、従来のフィルムスキャナでは、このような補間等の方法によって、300程度の色に対する測色データやスキャンデータから32000程度の色に適用できるプロファイルを作成することが可能であるが、このようなプロファイルであっても、フィルム原稿に対するスキャンデータの全てを網羅することは不可能である。そのため、プロファイルに存在しないスキャンデータに対する変換は、補間等の方法によって行わなければならなかつた。

また、チャートに対する測色データとスキャンデータとの関係は、全てのフィルムで共通するとは限らず、フィルムの銘柄の違いによって異なる。そのため、従来のフィルムスキャナでは、銘柄が異なるフィルム毎にチャートを測色し、プロファイルを作成する必要があった。さらに、測色に際して既存のチャートを利用できないフィルムもあり、このようなフィルムに対しては、チャートを作成する必要もあつた。

#### SUMMARY OF THE INVENTION

本発明の目的は、正確な色再現を行うことができる画像読み取り装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、色分解信号を所定の表色系の値に変換するためのテーブルを容易に、かつ、精度良く作成することにある。

上記目的を解決するため、本発明による画像読み取り装置は、透過原稿のカラー画像を複数色の色分解信号として読み取る撮像手段を備えた画像読み取り装置において、撮像手段によって読み取られた色分解信号と透過原稿の濃度特性とから、透過原稿の分光濃度分布を算出する分光濃度分布算出手段を備えている。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、本発明によるフィルムスキャナの構成図である。

図2は、第1の実施形態における信号処理部の動作フローチャートである。

図3は、第2の実施形態における信号処理部の動作フローチャートである。

図4は、第2の実施形態における信号処理部の動作フローチャートである。

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT(S)

以下、図面に基づいて、本発明の実施形態について詳細を説明する。

なお、以下の各実施形態では、フィルムスキャナに本発明を適応した例を示すが、本発明は、フィルムスキャナに限定されず、透過原稿のカラー画像を複数色の色分解信号として読み取ることができる画像読み取り装置であれば、同様に適応できる。

図1は、フィルムスキャナの構成図である。

図1において、フィルムスキャナ10は、CPU11と、CPU11に接続される光源制御部12、モータ制御部13、ラインセンサ14、信号処理部15、インターフェース部16、光源制御部12に接続される光源17と、モータ制御部13に接続されるモータ18とを備えていると共に、A/D変換器19を備えている。また、図1において、ラインセンサ14の出力はA/D変換器19に接続され、A/D変換器19の出力は信号処理部15に接続され、信号処理部15の出力はインターフェース部16に接続される。

なお、フィルムスキャナ10は、インターフェース部19を介して、ホストコンピュータ(パソコン等に相当する)20に接続されている。また、ホストコンピュータ20には、入力機器としてキーボード21が接続され、出力機器としてモニタ22が接続されている。

このような構成のフィルムスキャナ10において、フィルム原稿30を読み取る方法は、光源17やラインセンサ14の種類によって異なるが、本実施形態では、光源17としてR、G、Bの3色のLEDを用い、R、G、Bの3色のLEDを順次発光させ、各々の光に対するフィルム原稿30の透過光に応じたRGB信号を生成する例を示す。

光源17として設けられているR、G、Bの3色のLEDは、CPU11の指示下で動作する光源制御部12の制御を受けて点灯し、モータ18は、CPU11の指示下で動作するモータ制御部13の制御を受けて、フィルム原稿30の搬送路に存在する不図示のローラー対を駆動してフィルム原稿30を1ライン毎に副走査方向へ移動する。

ラインセンサ14は、フィルム原稿30の透過光を光電変換して信号電荷を生成し、その信号電荷を走査してRGB信号を生成する。

A/D変換部19は、ラインセンサ18から出力されるRGB信号をA/D変換して信号処理回路14に供給する。

信号処理回路14は、このようにして供給されたRGB信号に後述する信号処理を施す。

インターフェース部16は、信号処理部15によって信号処理が施されたRGB信号をホストコンピュータ20に供給する。

また、ホストコンピュータ20に供給されたRGB信号は、モニタ22に表示される。

ここで、各実施形態の説明を簡単にするため、フィルムの分光濃度分布の特性について説明を行う。

フィルムは、赤感光層(シアン発色層)、緑感光層(マゼンダ発色層)、青感光層(イエロー発色層)を有している。種々の光源の下で撮像された被写体像は、各感光層の分光感度に応じて、R、G、B光の露光量として各感光層に記録される。そして、現像後、各々の層では、R、G、B光の露光量に応じて、シアン、マゼンダ、イエローの色素が発色する。すなわち、シアン、マゼンダ、イエローの各色素の濃度の差異が色の違いとして現れることになる。

フィルムメーカーは、各々のフィルムのデータシートとして、特定の色(例えば、グレー)に対する各層の分光濃度曲線を提供している。

このようにして提供されているシアン、マゼンダ、イエローの各層の分光濃度曲線を、波長 $\lambda$ を変数とする関数  $dc(\lambda)$ 、 $dm(\lambda)$ 、 $dy(\lambda)$ で表すと、任意の色の分光濃度分布  $D(\lambda)$ は、以下の式1によって近似的に表すことができる。ただし、式1において、C,M,Y は、実数であり、C=M=Y=1 のとき、 $D(\lambda)$ は、上述した特定の色に対する分光濃度分布を示すことになる。

$$D(\lambda) = C \cdot dc(\lambda) + M \cdot dm(\lambda) + Y \cdot dy(\lambda) \quad \cdots \text{式1}$$

したがって、現像されたフィルム上の任意の位置に対して、3つのパラメータ C,M,Y の値を知ることができれば、その位置の分光濃度分布が得られることになり、正確な色再現が可能となる。

以下、任意の色の分光濃度分布が式1によって近似的に表される理由を説明する。

例えば、上述した特定の色を撮影したときの2倍の厚さでフィルムの赤感光層(シアン発色層)が感光した状態を考える。このような状態では、波長 $\lambda 1$ での入力光の強度を  $I_0$  とすると、赤感光層(シアン発色層)を透過した透過光の強度  $I'$  は、以下の式2によって表すことができる。

$$\begin{aligned} I' &= I_0 \times 10(-dc(\lambda 1)) \times 10(-dc(\lambda 1)) \\ &= I_0 \times 10(-2dc(\lambda 1)) \quad \cdots \text{式2} \end{aligned}$$

また、別の波長 $\lambda 2$ に対する透過光の強度  $I'$  は、以下の式3によって表すことができる。

$$\begin{aligned} I' &= I_0 \times 10(-dc(\lambda 2)) \times 10(-dc(\lambda 2)) \\ &= I_0 \times 10(-2dc(\lambda 2)) \quad \cdots \text{式3} \end{aligned}$$

したがって、入力光の強度を  $I_0$  とした場合、赤感光層(シアン発色層)における透過光の強度  $I'$  は、波長 $\lambda$ を用いて以下の式4で表すことができる。ただし、式4において、C は実数である。

$$I' = I_0 \times 10(-Cdc(\lambda)) \quad \cdots \text{式4}$$

また、赤感光層(シアン発色層)における透過率は、

$$10(-Cdc(\lambda))$$

と表すことができ、他の層における透過率も同様に表すことができる。そのため、入力光が全ての層を透過した場合の透過率は、

$$\begin{aligned} &10(-Cdc(\lambda)) \times 10(-Mdm(\lambda)) \times 10(-Ydy(\lambda)) \\ &= 10(-Cdc(\lambda) + Mdm(\lambda) + Ydy(\lambda)) \quad \cdots \text{式5} \end{aligned}$$

と表すことができる。

したがって、任意の色の分光濃度分布は、式1によって近似的に表すことができる。

なお、式1によれば、色の違いに応じて、シアンに対する分光濃度曲線が  $dc(\lambda)$  の形を保つたまま定数倍で変化することを示し、他の層に対する分光濃度曲線についても、同様に変化することを示していることになる。

ところで、現像されたフィルム上の任意の位置に、強度  $I_1$ 、波長 $\lambda 1$  の単色光が照射された場合、その位置の透過光の強度  $I'_1$  は、以下の式6によって表すことができる。

$$I'_1 = I_1 \times 10(-Cdc(\lambda 1)) \times 10(-Mdm(\lambda 1)) \times 10(-Ydy(\lambda 1)) \quad \cdots \text{式6}$$

式6の両辺を  $I_1$  で割って  $\log$  をとると、以下の式7が得られる。

$$-\log(I'1/I1) = Cdc(\lambda 1) + Mdm(\lambda 1) + Ydy(\lambda 1) \quad \dots \text{式7}$$

また、同様に、強度  $I_2$ 、波長  $\lambda 2$  の単色光が照射された場合の透過光の強度を  $I'2$  とすると、以下の式8が得られ、強度  $I_3$ 、波長  $\lambda 3$  の単色光が照射された場合の透過光の強度を  $I'3$  とすると、以下の式9が得られる。

$$-\log(I'2/I2) = Cdc(\lambda 2) + Mdm(\lambda 2) + Ydy(\lambda 2) \quad \dots \text{式8}$$

$$-\log(I'3/I3) = Cdc(\lambda 3) + Mdm(\lambda 3) + Ydy(\lambda 3) \quad \dots \text{式9}$$

このようにして得られる式7、式8、式9は、以下の式10のように表すことができる。

$$\begin{bmatrix} -\log(I'1/I1) \\ -\log(I'2/I2) \\ -\log(I'3/I3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dc(\lambda 1) & dm(\lambda 1) & dy(\lambda 1) \\ dc(\lambda 2) & dm(\lambda 2) & dy(\lambda 2) \\ dc(\lambda 3) & dm(\lambda 3) & dy(\lambda 3) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} \quad \dots \text{式10}$$

したがって、式10の行列の逆行列を左辺にかけることにより、3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値を求めることが可能である。式10において、 $dc(\lambda 1), dm(\lambda 1), \dots, dm(\lambda 3), dy(\lambda 3)$  は、上述した関数  $dc(\lambda), dm(\lambda), dy(\lambda)$  に基づき算出でき、 $I_1, I_2, I_3$  は、既知の値である。すなわち、 $I'1, I'2, I'3$  が測定できれば、3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値が求められ、分光濃度分布が得られることになる。

#### 《第1の実施形態の動作の説明》

次に、第1の実施形態の動作の説明を行う。

ただし、ここでは、既存のフィルムスキャナと同様に行える処理については説明を省略し、フィルム原稿30をスキャンする際に信号処理部15で行われる信号処理の説明を行う。

図2は、第1の実施形態における信号処理部15の動作フローチャートである。

以下、図2に基づき、信号処理部15で行われる信号処理の説明を行う。

図2S1において、信号処理部15は、キーボード21などを介して操作者によって指定されたフィルム原稿30の種類(例えば、銘柄など)を示す情報を取得する。

図2S2において、信号処理部15は、A/D変換部19から供給されるRGB信号を取得する。

図2S3において、信号処理部15は、ラインセンサ14の各画素に対応するRGB信号の値を用い、フィルム原稿30の種類に応じて、上述した3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値を算出する。

ここで、RGB信号の値から3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値を算出する例を示す。

上述した式10では、フィルム原稿30に波長  $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3$  の単色光が照射されたことを前提としているが、式10に基づいて3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値を算出する考えは、R, G, Bの3色のLEDの光がフィルム原稿30に照射された場合にも応用することが可能である。

すなわち、式10の  $I'1, I'2, I'3$  を、各画素のRGB信号の値に置き換え、式10の  $dc(\lambda 1), dm(\lambda 1), \dots, dm(\lambda 3), dy(\lambda 3)$  を、各々のLEDの波長域での分光濃度曲線が示す濃度に置き換えれば良い。ただし、このような置き換えに際しては、フィルムのベース濃度を考慮する必要がある。

したがって、式10は以下の式11のように書き換えることになり、信号処理部15は、式11に基づいて、RGB信号の値から3つのパラメータC,M,Yの値を算出することができる。

$$\begin{bmatrix} -\log(R/R_0) \\ -\log(G/G_0) \\ -\log(B/B_0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dc(r) & dm(r) & dy(r) \\ dc(g) & dm(g) & dy(g) \\ dc(b) & dm(b) & dy(b) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} BA1 \\ BA2 \\ BA3 \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式11}$$

ただし、式11において、

R,G,B:各画素のRGB信号の値、

R0,G0,B0:RGB信号に許容される最大値、

dc(r)~dy(b):各LEDの波長域での分光濃度曲線が示す濃度、

BA1,BA2,BA3:各LEDの波長域におけるベース濃度であり、R,G,B以外の値は、フィルム原稿30の種類に対応付けて、信号処理部15内に予め記録されているものとする。

例えば、dc(r)~dy(b)の値は、フィルムメーカーから提供される分光濃度曲線とLEDの分光分布とから求めることができ、BA1~BA3は、完全未露光の原稿をスキャンするなどの方法で求めることができる。なお、dc(r)~dy(b)やBA1~BA3の値は、複数の色を含むチャートをスキャンしてC,M,Yの値とR,G,Bの値とを求め、これらの値から誤差が最小となるように求めて良い。

図2S4において、信号処理部15は、上述したように算出した3つのパラメータC,M,Yの値を、上述した式11に代入して、分光濃度分布D(λ)を算出する。

図2S5において、信号処理部15は、上述したように算出した分光濃度分布D(λ)を分光透過光分布10-D(λ)に変換し、その分光透過光分布10-D(λ)を用いて透過光分布T(λ)を算出する。

例えば、ビューアによるフィルム原稿30の観察と同等の色再現を実現する場合、信号処理部15は、以下の式12を演算することによって、透過光分布T(λ)を算出する。

$$T(\lambda) = IV(\lambda) \cdot 10 - D(\lambda) \quad \cdots \text{式12}$$

ただし、式12において、

IV(λ):ビューアの光源の分光分布である。

なお、式12ではIV(λ)をビューアの光源の分光分布としているが、IV(λ)には如何なる光源の分光分布であっても適用することができる。したがって、フィルム原稿30を観察する際の光源の分光分布をIV(λ)に適用すれば、その光源の下でフィルム原稿30を観察した場合と同等の色再現を実現することができる。図2S6において、信号処理部15は、上述したように算出した透過光分布T(λ)を用い、XYZ表色系の3刺激値X,Y,Zを算出する。

例えば、信号処理部15は、以下の式13ないし式15を演算することによって、3刺激値X,Y,Zを算出する。

$$X = \int x(\lambda)T(\lambda)d\lambda \quad \dots \text{式13}$$

$$Y = \int y(\lambda)T(\lambda)d\lambda \quad \dots \text{式14}$$

$$Z = \int z(\lambda)T(\lambda)d\lambda \quad \dots \text{式15}$$

ただし、式13ないし式15において、 $x(\lambda)$ 、 $y(\lambda)$ 、 $z(\lambda)$ は、CIE1931の等色関数を示す。

図2S7において、信号処理部15は、上述したように算出したXYZ表色系の3刺激値X, Y, Zを用い、モニタ22における色再現の特性を考慮してRGB表色系の3刺激値R, G, Bを算出する。

例えば、信号処理部15は、以下の式16を演算することによって、3刺激値R, G, Bを算出する。

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \dots \text{式16}$$

ただし、 $m_{11}, \dots, m_{33}$  の値は、モニタ22における色再現の特性に応じて予め決められており、信号処理部15内に記録されているものとする。

図2S8において、信号処理部15は、上述したように算出したRGB表色系の3刺激値R, G, Bに相当するRGB信号を、インターフェース部16を介してホストコンピュータ20に供給する。

このようにしてホストコンピュータ20に供給されたRGB信号は、モニタ22に表示される。

以上説明したように、第1の実施形態のフィルムスキャナでは、ラインセンサ14の各画素に対応するRGB信号の値を用いて、各画素に対応する分光濃度分布を算出することができる。そして、その分光濃度分布に基づいて、モニタ22における色再現の特性を考慮したRGB表色系の3刺激値R, G, Bを算出することができる。

すなわち、第1の実施形態のフィルムスキャナでは、チャートの測色を行う必要がないため、チャートに存在する色であるか否かに関係なく、多様な色を忠実に再現することができる。

特に、隣接する画素間で色が微妙に変化する場合、従来のフィルムスキャナでは、補間等の方法により色の連続性が損なわれてしまうのに対し、第1の実施形態のフィルムスキャナでは、画素間の連続性を保ちつつ色再現を実現することができる。

また、第1の実施形態のフィルムスキャナでは、多くの色数を有するチャートの用意や、そのチャートに対する測色等の作業が不要である。

なお、第1の実施形態では、光源17としてR, G, Bの3色のLEDを用いているため、式11に基づいてC, M, Yの3つのパラメータの値が算出されるが、例えば、光源17として6色のLEDが用いられる場合、各々のLEDの光の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ を上述した式1に代入して得られる値から、誤差が最小となるようにC, M, Yの3つのパラメータの値を算出することもできる。

また、第1の実施形態では、出力機器としてモニタ22を用いているため、RGB信号がホストコンピュータ20に供給されるが、例えば、出力機器としてプリンタが用いられる場合、式13ないし式15によって算出された3刺激値X, Y, Zを、L\*a\*b\*表色系の明度指数L\*、知覚色度a\*, b\*やL\*u\*v\*表色系の明度指数L\*、知覚色度u\*, v\*に変換してCMY信号を生成し、生成したCMY信号をホストコンピュータ20に供給しても良い。

#### 《第2の実施形態の動作の説明》

次に、第2の実施形態の動作の説明を行う。

図3および図4は、第2の実施形態における信号処理部15の動作フローチャートである。特に、図3では、フィルム原稿30をスキャンする際に参照されるプロファイルを作成する処理(以下、単に「プロファイル作成処理」と称する)を示し、図4では、フィルム原稿30をスキャンする際の処理(以下、「スキャン処理」と称する)を示している。

まず、図3に基づき、信号処理部15で行われる「プロファイル作成処理」の説明を行う。

図3S11において、信号処理部15は、スキャン処理の対象となり得るフィルム原稿30の種類毎に、複数通りの仮想的なRGB信号の各々の値を用いて、第1の実施形態の図2S3の処理と同様に、3つのパラメータC, M, Yの値を算出する。

例えば、32000色に適用できるプロファイルを作成する場合、信号処理部15は、32000通りの仮想的なRGB信号の各々の値を用いて、3つのパラメータC, M, Yの値を算出する。

図3S12において、信号処理部15は、第1の実施形態の図2S4の処理と同様に、3つのパラメータC, M, Yの値と、dc(r)～dy(b)の値(各LEDの波長域での分光濃度曲線が示す濃度)とを、上述した式1に代入して、分光濃度分布D(λ)を算出する。

図3S13において、信号処理部15は、第1の実施形態の図2S5の処理と同様に、分光濃度分布D(λ)を用い、透過光分布T(λ)を算出する。

図3S14において、信号処理部15は、第1の実施形態の図2S6の処理と同様に、透過光分布T(λ)を用い、XYZ表色系の3刺激値X, Y, Zを算出する。

図3S15において、信号処理部15は、複数通りの仮想的なRGB信号の各々の値と3刺激値X, Y, Zとを対応付けたLUTを作成し、プロファイルとして格納する。

次に、図4に基づき、信号処理部15で行われる「スキャン処理」の説明を行う。

図4S21において、信号処理部15は、第1の実施形態の図2S1の処理と同様に、フィルム原稿30の種類を示す情報を取得する。

図4S22において、信号処理部15は、A/D変換部19から供給されるフィルム原稿30に対するRGB信号を取得する。

図4S23において、信号処理部15は、フィルム原稿30の種類に対応するプロファイルに基づき、RGB信号の値をXYZ表色系の3刺激値X, Y, Zに変換する。

図4S24において、信号処理部15は、第1の実施形態の図2S6の処理と同様に、XYZ表色系の3刺激値X, Y, Zを用い、モニタ22における色再現の特性を考慮してRGB表色系の3刺激値R, G, Bを算出する。

図4S25において、信号処理部15は、第1の実施形態の図2S7の処理と同様に、RGB表色系の3刺激値R, G, Bに相当するRGB信号を、インターフェース部16を介してホストコンピュータ20に供給する。

このようにしてホストコンピュータ20に供給されたRGB信号は、モニタ22に表示される。

以上説明したように、第2の実施形態では、チャートの測色を行うことなく、スキャン処理の対象となり得るフィルム原稿30の種類に対応するプロファイルが作成される。そのため、第2の実施形態のフィルムスキャナでは、チャートの測色に基づいてLUTが作成されていた従来のフィルムスキャナと異なり、色数の制限が無く、補間等の方法によって予測した値をLUTに設定する必要がない。

したがって、第2の実施形態によれば、精度の高いプロファイルを容易に作成することができ、従来のフィルムスキャナよりも正確な色再現が実現できる。

なお、第2の実施形態では、スキャン処理時にRGB信号を3刺激値X, Y, Zに変換するため、RGB信号と3刺激値X, Y, Zとの対応付けを示すLUTがプロファイルとして作成されるが、スキャン処理時に行われる変換の内容に応じて、RGB信号とL\*a\*b\*表色系の明度指数L\*、知覚色度a\*, b\*との対応付けを示すLUTや、RGB信号とL\*u\*v\*表色系の明度指数L\*、知覚色度u\*, v\*との対応付けを示すLUTをプロファイルとして作成しても良い。

また、上述した各実施形態では、フィルム原稿30の種類は、キーボード21などを介して操作者によって指定されるが、例えば、フィルム原稿30上に種類を示す情報が記録される場合、その情報を読み取る機能をフィルムスキャナ10に設けることによって、フィルム原稿30の種類を示す情報を取得することができる。

また、上述した各実施形態では、信号処理部15によって、図2や図3および図4に示すような処理が実現されているが、このような信号処理部15による処理に相当するプログラムが記録された記録媒体(例えば、CD-ROM等)を用い、そのプログラムをホストコンピュータ20に予めインストールすることによって、図2や図3および図4に示すような処理をホストコンピュータ20で実現しても良い。

ところで、上述した各実施形態では、任意の色の分光濃度分布  $D(\lambda)$ が式1によって近似的に表されるものとして、ラインセンサ14の各画素に対応するRGB信号の値から分光濃度分布を算出する例を示したが、ここで、より厳密に分光濃度分布を算出する例を示す。

式1によれば、各層に対する分光濃度曲線は、色の違いに関係なく、一定の形(上述した  $dc(\lambda)$ ,  $dm(\lambda)$ ,  $dy(\lambda)$  の形)を保つことになる。しかし、実際には、各層に対する分光濃度曲線は、色の違いに応じて微妙に形が変化する。

そこで、ここでは、各層の濃度が段階的に変化するフィルム原稿を分光測色し、各層毎に形が異なる分光濃度曲線を予め用意しておき、任意の色の分光濃度分布を算出する際に用いる分光濃度曲線を補間によって求める例を示す。

例えば、各層の濃度がk段階に変化するフィルム原稿を分光測色した場合に得られる分光濃度曲線を

$$\begin{aligned}
 &dc1(\lambda), dc2(\lambda), \dots, dc_k(\lambda), \\
 &dm1(\lambda), dm2(\lambda), \dots, dm_k(\lambda), \\
 &dy1(\lambda), dy2(\lambda), \dots, dy_k(\lambda)
 \end{aligned}$$

のように表し、これらの分光濃度曲線から補間によって求められる分光濃度曲線を  $dcx(\lambda), dm_x(\lambda), dy_x(\lambda)$  とすると、任意の色の分光濃度分布  $D(\lambda)$  は、以下の式100によって表すことができる。

$$D(\lambda) = dcx(\lambda) + dm_x(\lambda) + dy_x(\lambda) \quad \dots \text{式100}$$

また、上述した分光濃度曲線の各々が示す濃度の最大値とRGB信号の値との関係は、各々の分光濃度曲線の特性とLEDの分光特性とによって表すことができる。

したがって、フィルム原稿300の各層における濃度の最大値を示すパラメータを  $C, M, Y$  とし、これらのパラメータから成る多項式を  $f_1, \dots, f_9$  とすると、以下の連立方程式が成り立つことになる。

$$\left\{
 \begin{aligned}
 -\log(R/R_0) &= f_1(C) + f_2(M) + f_3(Y) + BA_1 \\
 -\log(G/G_0) &= f_4(C) + f_5(M) + f_6(Y) + BA_2 \\
 -\log(B/B_0) &= f_7(C) + f_8(M) + f_9(Y) + BA_3
 \end{aligned}
 \right. \quad \dots \text{式101}$$

ただし、式101において、

$R, G, B$ : 各画素のRGB信号の値、

$R_0, G_0, B_0$ : RGB信号に許容される最大値、

$BA_1, BA_2, BA_3$ : 各LEDの波長域におけるベース濃度である。

このような連立方程式を  $C, M, Y$  について解くと、 $C, M, Y$  は  $R, G, B$  の値を変数とする関数によって表される。

したがって、信号処理部15は、このような関数を予め用意しておけば、上述した図2S2および図2S3の処理や図3S11および図3S12の処理に代えて、以下に示す処理1および処理2を行うことによって、より厳密な分光濃度分布  $D(\lambda)$  を算出することができる。

処理1: 上述した関数( $R, G, B$  の値を変数とする  $C, M, Y$  の関数)を用い、RGB信号の値から3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値を算出する。

処理2: 3つのパラメータ  $C, M, Y$  の値に基づき、予め用意されている各層の分光濃度曲線から  $dcx(\lambda), dm_x(\lambda), dy_x(\lambda)$  を補間によって求め、このようにして求めた  $dcx(\lambda), dm_x(\lambda), dy_x(\lambda)$  を式100に代入して、分光濃度分布  $D(\lambda)$  を算出する。

以上説明したように本発明では、透過原稿の濃度特性に基づき、撮像手段によって読み取られた色分解信号に対する分光濃度分布を得ることができる。そのため、透過原稿の色の状態を正確に把握することができる。分光濃度分布を算出する過程で利用する濃度特性が透過原稿の種類に応じて変更されるため、透過原稿の色の状態を更に精度良く把握することができる。